

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-315881

(43)Date of publication of application : 26.11.1993

(51)Int.Cl.

H03H 3/02

(21)Application number : 04-309677

(71)Applicant : CITIZEN WATCH CO LTD

(22)Date of filing : 23.10.1992

(72)Inventor : KIZAKI SHIGERU  
TOIDA TAKASHI

(30)Priority

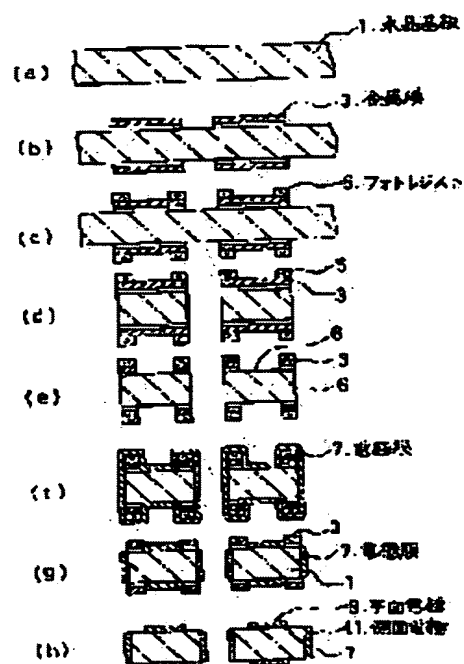
Priority number : 04 88249 Priority date : 13.03.1992 Priority country : JP

## (54) MANUFACTURE OF CRYSTAL VIBRATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily form a tuning fork or thickness-shear crystal vibrator from a crystal substrate by the photo etching technology.

CONSTITUTION: A crystal substrate 1 is etched by using a photo resist 5 having an inversion pattern of a plane electrode 9, and the photo resist 5 and a metallic film 3 can be etching masks to form an outer shape of the crystal vibrator. Furthermore, a metallic film is etched by using a photo resist as an etching mask, an electrode film 7 is formed to the entire face, the photo resist is removed to form the plane electrode and a side electrode 11.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

04.12.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 5 - 3 1 5 8 8 1

(43) 公開日 平成 5 年 ( 1 9 9 3 ) 1 1 月 2 6 日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>  
H03H 3/02

識別記号 庁内整理番号  
B 7259-5J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平 4 - 3 0 9 6 7 7  
(22) 出願日 平成 4 年 ( 1 9 9 2 ) 1 0 月 2 3 日  
(31) 優先権主張番号 特願平 4 - 8 8 2 4 9  
(32) 優先日 平 4 ( 1 9 9 2 ) 3 月 1 3 日  
(33) 優先権主張国 日本 ( J P )

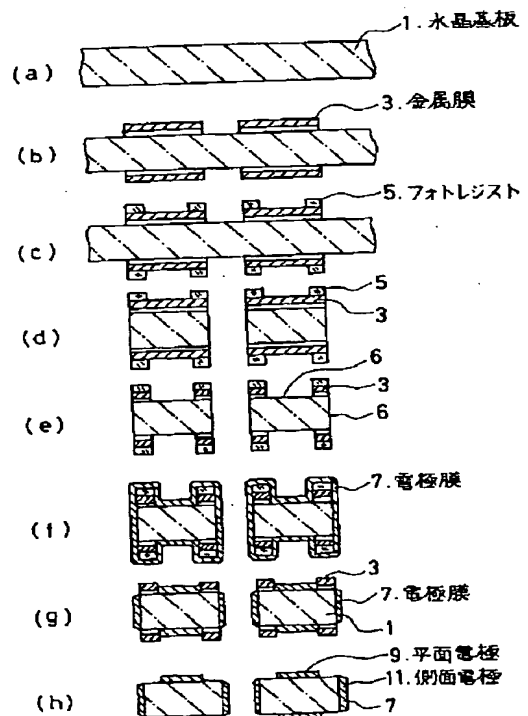
(71) 出願人 0 0 0 0 0 1 9 6 0  
シチズン時計株式会社  
東京都新宿区西新宿 2 丁目 1 番 1 号  
(72) 発明者 木崎 茂  
埼玉県所沢市大字下富字武野 8 4 0 番地  
シチズン時計株式会社技術研究所内  
(72) 発明者 戸井田 孝志  
埼玉県所沢市大字下富字武野 8 4 0 番地  
シチズン時計株式会社技術研究所内

(54) 【発明の名称】 水晶振動子の製造方法

(57) 【要約】

【構成】 平面電極 9 の反転パターン形状を有するフォトレジスト 5 と金属膜 3 とをエッチングマスクとして水晶基板 1 をエッチングして、水晶振動子の外形形状を形成し、さらにフォトレジストをエッチングマスクにして金属膜をエッチングし、さらに全面に電極膜 7 を形成し、フォトレジストを除去し、平面電極と側面電極 1 1 とを形成する。

【効果】 水晶基板からフォトエッチ技術により、音叉型や厚みすべり型水晶振動子を容易に形成することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 薄板の水晶基板に金属膜を形成し、金属膜を水晶振動子の外形形状にパターンニングする工程と、金属膜上に所定の電極形状とはネガティブな関係のパターンと露出した水晶基板平面の一部とに電極膜形成時の保護膜としてフォトレジストを形成する工程と、露出した水晶基板をエッチングし所定の水晶振動子形状に加工する工程と、フォトレジストをマスクに金属膜をエッチングする工程と、水晶基板の平面と側面とに電極膜を形成する工程と、フォトレジストとフォトレジスト上に形成された電極膜とを除去する工程と、金属膜をエッチングし水晶基板面と密着した平面電極と側面電極とを残存させる工程とを有することを特徴とする水晶振動子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 本発明は、音叉型水晶振動子や厚みすべり型水晶振動子などの超小型水晶振動子をフォトリソグラフィ技術と化学エッチング技術とにより作成するための水晶振動子の製造方法に関するものである。

## 【従来の技術】

【 0 0 0 2 】 従来の小型水晶振動子の製造方法を、図 3、図 4、図 8 を用いて説明する。

【 0 0 0 3 】 図 3 は、フォトリソグラフィ技術と化学エッチング技術（以下フォトエッチ技術と記載する）により得られる音叉型の水晶振動子を示す斜視図であり、図 4 は、図 3 の斜視図の音叉枝部における A - A 線での断面を示す断面図である。

【 0 0 0 4 】 図 3 と図 4 とに示すように、水晶片 2 1 を励振するための電極膜として、平面電極 2 5 と側面電極 2 3 とが形成してある。

【 0 0 0 5 】 図 3 と図 4 とに示す水晶振動子の外形形状加工と電極膜形成と製造方法は、たとえば特開昭 5 6 - 1 0 6 4 1 2 号公報や、特開昭 5 9 - 5 4 3 0 9 号公報に紹介されている。

【 0 0 0 6 】 図 8 は特開昭 5 6 - 1 0 6 4 1 2 号公報に記載の水晶振動子の製造方法を示す断面図である。

【 0 0 0 7 】 図 8 ( a ) に示すように、水晶基板を音叉形状に外形形状加工を行い、その後水晶片 7 1 の音叉の枝部には、フォトエッチ技術により平面電極 7 3 を所定の形状にパターンニングする。しかる後に、金属マスク 7 7 を水晶片 7 1 の表裏両面に配置する。このとき金属マスク 7 7 の開口部 7 9 を、側面電極 7 5 を形成する水晶片 7 1 位置に合わせる。その後、金属膜マスク 7 7 をマスクにして、矢印 7 2 の方向から、側面電極 7 5 材料として、クロム ( C r ) と金 ( A u ) などを真空蒸着法により形成する。

【 0 0 0 8 】 この結果、図 8 ( b ) に示すように、金属マスク 7 7 の開口部 7 9 内の水晶片 7 1 の側面部に側面電極 7 5 を形成することができる。

【 0 0 0 9 】 図 8 に示す水晶振動子の製造方法においては、クロムと金からなる蒸着膜は、金属マスク 7 7 の開口部 7 9 を通して、水晶片 7 1 の側面部に側面電極 7 5 を形成する製造プロセスである。つまり、平面電極 7 3 はフォトエッチ技術によって形成し、側面電極 7 5 は金属マスク 7 7 を用いて真空蒸着法にて形成する製造プロセスである。

【 0 0 1 0 】 一方、図 9 は特開昭 5 9 - 5 4 3 0 9 号公報に記載の水晶振動子の製造方法を示し、図 9 は音叉枝部における断面を示す断面図ある。

【 0 0 1 1 】 まず図 9 ( a ) に示すように、外形形状が音叉形状を有する水晶片 8 1 を、薄板の水晶基板よりフォトエッチ技術により形成する。

【 0 0 1 2 】 しかる後に、図 9 ( b ) に示すように、水晶片 8 1 の全面に、クロムと金からなる電極膜 8 3 を真空蒸着法により形成する。

【 0 0 1 3 】 その後、図 9 ( c ) に示すように、フォトレジスト 8 5 を水晶片 8 1 の全面に形成し、露光、現像処理を行い、電極膜 8 3 をエッチングする領域のフォトレジスト 8 5 に開口部 8 7 を形成する。

【 0 0 1 4 】 その後、図 9 ( d ) に示すように、フォトレジスト 8 5 の開口部 8 7 内に露出した電極膜 8 3 をエッチングし、さらにフォトレジスト 8 5 を剥離して、平面電極 8 3 a と側面電極 8 3 b とを形成することができる。

【 0 0 1 5 】 この図 9 を用いて説明した水晶振動子の製造プロセスでは、金属マスクを使用せず、すべてフォトエッチ技術で、水晶振動子の外形形状の加工工程と電極膜の形成工程とを行うものである。

## 【 0 0 1 6 】

【発明が解決しようとする課題】 近年、水晶振動子の応用製品を使用する各種電子製品は、携帯機器化の傾向が強まり、ますます小型化、薄型化、高機能化している。

【 0 0 1 7 】 したがって、その代表例である水晶振動子も超小型化、薄型化は勿論のこと、高安定化、高周波化、表面実装化 ( S M D ) が強く求められている。

【 0 0 1 8 】 しかしながら、振動子の特性を維持しながら上記の各種要求を実現するには、従来の製造技術では限度があり、製造プロセスの工夫が必要である。とくに振動周波数が高い高周波振動子である A T カット厚みすべり振動子などにそれが言える。

【 0 0 1 9 】 以下、従来例における課題について、図面を参照して説明する。

【 0 0 2 0 】 図 8 に示す製造方法においては、水晶片 7 1 の側面電極 7 5 形成領域に対する金属マスク 7 7 の開口部 7 9 の位置合わせが難しい。水晶片 1 に対する金属マスク 7 7 の開口部 7 9 の位置ずれが生じた場合は、水晶片 7 1 の平面にも蒸着膜が形成さる。この結果、側面電極 7 5 が平面部にはみ出すように形成され、水晶振動子の特性が劣化する。

【 0 0 2 1 】 またさらに、水晶片 7 1 の幅寸法が、1 0 0 ミクロン以下になった場合、金属マスク 7 7 そのものの加工が困難となってくる。

【 0 0 2 2 】 さらに、フォトエッチ技術にて外形形状加工と電極膜形成とを行う図 9 に示す製造プロセスでは、回転塗布法では、水晶片 8 1 の平面と側面とにフォトレジスト 8 5 を形成することが難しい。

【 0 0 2 3 】 またさらに図 9 ( c ) に示す工程にて、フォトレジスト 8 5 の開口部 8 7 を形成する露光処理時に、水晶片 8 1 とフォトマスクとの位置ズレが生じると、水晶片 8 1 の側面に形成されたフォトレジスト 8 5 まで、露光され現像時に除去される。このため水晶片 8 1 側面部の側面電極 8 3 b が一部欠けるように形成され、水晶振動子の特性が劣化する。

【 0 0 2 4 】 一方、水晶片 8 1 側面部の長手方向の一部領域の側面電極 8 3 b を一部除去したい場合は、露光時に露光光が、水晶片 8 1 の側面部に入射せず光量が不足となり、フォトレジスト 8 5 がポジ型であれば光分解されず、ネガ型であれば光架橋しない問題を有している。

【 0 0 2 5 】 以上の説明で明かなように、水晶片が超小型化すると、側面部における電極膜のパターニングが問題となっている。

【 0 0 2 6 】 本発明の目的は、上記の課題を解決し、フォトエッチ技術にて超小型水晶片の形状加工、および平面電極と側面電極の形成を容易に実施できる水晶振動子の製造方法を提供することにある。

【 0 0 2 7 】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため本発明の水晶振動子の製造方法においては、下記記載の製造プロセスを採用する。

【 0 0 2 8 】 本発明の水晶振動子の製造方法は、薄板の水晶基板に金属膜を形成し、金属膜を水晶振動子の外形形状にパターニングする工程と、金属膜上に所定の電極形状とはネガティブな関係のパターンと露出した水晶基板平面の一部とに電極膜形成時の保護膜としてフォトレジストを形成する工程と、露出した水晶基板をエッチングし所定の水晶振動子形状に加工する工程と、フォトレジストをマスクに金属膜をエッチングする工程と、水晶基板の平面と側面に電極膜を形成する工程と、フォトレジストとフォトレジスト上に形成された電極膜とを除去する工程と、金属膜をエッチングし水晶基板面と密着した平面電極と側面電極とを残存させる工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

【実施例】 以下図面を用いて本発明の実施例を説明する。図 1 と図 2 とは本発明の水晶振動子の製造プロセスを工程順に示す断面図である。なお図 1 は図 3 の音叉枝部の A - A 線における断面を示す断面図であり、図 2 は図 3 の音叉先端部の B - B 線における断面を示す断面図である。

【 0 0 3 0 】 まず図 1 ( a ) に示すように、水晶原石より所定の角度にて切り出し、さらに研磨処理を行って水晶基板 1 を所定の厚さにする。この水晶基板 1 の厚さとしては、3 0 ~ 2 0 0 ミクロンとする。

【 0 0 3 1 】 その後、図 1 ( b ) に示すように、水晶基板 1 の表裏両面にクロムと金との積層膜からなる金属膜 3 を形成する。この金属膜 3 の形成は、真空蒸着法などにより行う。

【 0 0 3 2 】 その後、感光性樹脂 ( 図示せず ) を全面に回転塗布法により形成し、所定のフォトマスクを用いて露光、現像処理を行い、感光性樹脂をパターニングし、さらにその後、このパターニングした感光性樹脂をエッチングマスクとして金属膜 3 をエッチングするフォトエッチ技術により、金属膜 3 を音叉外形形状にパターニングする。ここで金属膜 3 を構成する金はヨウ素系の水溶液を用いてエッチングし、クロムは硝酸第二セリウムアンモニウムと過塩素酸との混合溶液を用いてエッチングする。

【 0 0 3 3 】 つぎに図 1 ( c ) と図 2 ( a ) に示すように、全面にフォトレジストを回転塗布法により形成し、露光、および現像処理を行い、平面電極の形状とは反転 ( ネガティブ ) 形状を有するフォトレジスト 5 を形成する。このフォトレジスト 5 はポジ型、ネガ型のいずれでも良い。

【 0 0 3 4 】 このとき、音叉振動子の先端部や叉部底部などのように側面電極非形成領域では、図 2 ( a ) に示すように、フォトレジスト 5 は露出する水晶基板 1 の平面部と音叉両枝部に形成する金属膜 3 上との両方に形成する。

【 0 0 3 5 】 つぎに図 1 ( d ) と図 2 ( b ) に示すように、金属膜 3 とフォトレジスト 5 とをエッチングマスクに用いて、水晶基板 1 を酸性フッ化アンモニウムなどを用いてエッチングする。

【 0 0 3 6 】 このとき、金属膜 3 とフォトレジスト 5 とは、前述の水晶基板 1 のエッチング液に耐える。ただし、フォトレジスト 5 は、金属膜 3 上にあるフォトレジスト 5 だけが、密着性を維持することができる。この結果、水晶振動子の外形形状は、金属膜 3 と同一形状の音叉形状となる。

【 0 0 3 7 】 この水晶基板 1 のエッチングプロセスにおいて、側面電極非形成領域では、図 2 ( b ) に示すように、露出した水晶基板 1 がエッチングされ、そのエッチング液は時間の経過とともに、フォトレジスト 5 の下部領域である水晶基板 1 もエッチングし、空間 4 を形成する。

【 0 0 3 8 】 これは、水晶基板 1 のエッチングの際、エッチング液が密着性の良い金属膜 3 と水晶基板 1 の界面には浸入せず、密着性の悪いフォトレジスト 5 と水晶基板 1 の界面には浸入することにより、金属膜 3 の非形成領域の水晶基板 1 がエッチングされる。

【 0 0 3 9 】それにより、フォトレジスト 5 の下部で、かつ金属膜 3 を形成していない領域は、空間 4 となる。したがって、側面電極膜形成時に、フォトレジスト 5 は側面電極を形成したくない部分の保護膜として利用できる。

【 0 0 4 0 】つぎに図 1 ( e ) と図 2 ( c ) に示すように、フォトレジスト 5 をエッチングマスクに用いて、水晶基板 1 の表裏両面に形成した金属膜 3 をエッチングする。それにより、電極膜形成部 6 の水晶基板 1 面が露出し、後述する工程で形成する電極膜を形成することができ

る。

【 0 0 4 1 】つぎに図 1 ( f ) と図 2 ( d ) に示すように、全面に電極膜 7 を真空蒸着法などを用いて形成する。この電極膜 7 は、金属膜 3 と異なる材料を形成し、たとえばチタン ( T i ) とパラジウム ( P d ) の積層膜を用いる。

【 0 0 4 2 】この電極膜 7 の膜厚は、1 0 0 0 オングストローム程度と薄くする。さらに、電極膜 7 の形成温度は、フォトレジスト 5 のパターン形状が劣化しないように、低温で形成する。

【 0 0 4 3 】電極膜 7 形成プロセスにおいて、側面電極を形成しない部分では、図 2 ( d ) に示すように、空間 4 に橋渡しするような形状のフォトレジスト 5 上に電極膜 7 が形成されることになる。この結果、音叉の叉部の底部付近などの側面部には、フォトレジスト 5 が保護膜として機能し、電極膜 7 は形成されない。

【 0 0 4 4 】これによりいかなる場所でも、電極膜 7 の選択形成が可能となり、絶縁対策などに有効となる。

【 0 0 4 5 】つぎに図 1 ( g ) に示すように、フォトレジスト 5 と、このフォトレジスト 5 上に形成した電極膜 7 とを除去する。フォトレジスト 5 の除去は、たとえば加温した溶剤の中に浸漬し、フォトレジスト 5 を溶解させることにより行う。

【 0 0 4 6 】この溶剤は、電極膜 7 のピンホールを通して、フォトレジスト 5 に到達し、フォトレジスト 5 を溶解する。そのとき、水晶基板 1 上に形成された電極膜 7 は、水晶基板 1 と密着しており、剥離はしない。

【 0 0 4 7 】つぎに図 1 ( h ) と図 2 ( e ) に示すように、平面電極と反転パターン形状を有する金属膜 3 をエッチング除去することにより、平面電極 9 と側面電極 1 1 とを形成する。

【 0 0 4 8 】この金属膜 3 のエッチングは、前述の金とクロムのエッチング液をそれぞれ用いて行う。このとき、金とクロムからなる金属膜 3 のエッチング液に、電極膜 7 はエッチングされない材料であるチタンとパラジウムで構成しているため、電極膜 7 はエッチングされずに残る。

【 0 0 4 9 】この結果、平面電極 9 と側面電極 1 1 とを有する、図 3 に示すような、水晶振動子を形成することができる。

【 0 0 5 0 】以上図 1 と図 2 とを用いて説明した水晶振動子の製造方法によれば、フォトレジストでのパターン形成工程は、図 9 を用いて説明した従来例のように、側面領域にフォトレジストを形成していない。このため、水晶基板の平面上にて、フォトレジスト処理を行うため、高精度に水晶振動子の外形形状と電極膜とを作成することができる。

【 0 0 5 1 】さらに、図 8 に示す従来例のように、側面電極形成のための金属マスクが不要であり、フォトレジストも平面処理のために回転塗布法で容易に形成できるメリットがある。

【 0 0 5 2 】なお、本発明の説明には周波数調整などにかかわるプロセスなどは説明していないが、本発明の製造プロセスの途中に設けることは可能である。

【 0 0 5 3 】本発明の水晶振動子の製造方法を用いた他の実施例を、図 5 と図 7 との斜視図と、図 6 の断面図を用いて説明する。なお、図 6 は、図 5 における C - C 線での断面を示す断面図である。

【 0 0 5 4 】図 7 に示すように、水晶基板 6 5 は従来より作成されている A T カット厚みすべり水晶振動子の基板であり、水晶片 6 7 はこの水晶基板 6 5 より作成される。

【 0 0 5 5 】一方、水晶基板 6 1 は、X 軸を中心に Y 軸を 3 0 ~ 4 0 ° 傾斜させた水晶基板であり、この水晶基板 6 1 に作成する水晶片 6 3 を図 5 に示す。

【 0 0 5 6 】図 5 に示す水晶振動子は、矢印 4 5 のように厚みすべり振動をする。振動子の長手方向が X 軸、厚さ方向が Z 軸、振動周波数が決定される方向が Y 軸である。

【 0 0 5 7 】図 5 と図 6 とに示すように、水晶片 4 1 の側面に振動子を励振するための電極膜 4 3 を形成する。

【 0 0 5 8 】図 5 に示す振動子は、厚さが Z 軸方向であり、化学エッチングが容易な振動子である。また、振動周波数が決まる Y 軸方向の寸法は、振動周波数がたとえば 1 2 . 8 M H z であれば 1 3 0 ミクロンと細く、超小型である。したがって、図 5、図 6、および図 7 に示す水晶振動子は、図 1 を用いて説明したフォトエッチ技術により形成することができる。

【 0 0 5 9 】この厚みすべり振動子の製造プロセスに本発明の製造プロセスを用いれば、超小型の平面電極、側面電極を有するいかなる形状の振動子も、高精度で製造が可能となる。

【 0 0 6 0 】なお、本発明の振動子の製造方法は、音叉型水晶振動子や厚みすべり型水晶振動子で説明したが、G T 型、D T 型などの他の振動形態を有する振動子やニオブ酸リチウムなどからなる振動子にも適用できる。

【 0 0 6 1 】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明による水晶振動子の製造プロセスによれば、水晶基板からフォトエッチ技術によって作成する音叉型や厚みすべり

水晶振動子を容易に製造することができる。とくに、水晶振動子の形状や、平面および側面に形成する電極膜の形状精度が、超小型化しても充分に高精度を維持することができることから、その効果は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例における水晶振動子の製造方法を示す断面図である。

【図 2】本発明の実施例における水晶振動子の製造方法を示す断面図である。

【図 3】従来例と本発明の実施例とにおける音叉型水晶振動子を示す斜視図である。

【図 4】従来例と本発明の実施例とにおける音叉型水晶振動子の枝部における断面を示す断面図である。

【図 5】本発明の実施例における厚みすべり水晶振動子を示す斜視図である。

【図 6】本発明の実施例における厚みすべり水晶振動子

の振動部における断面を示す断面図である。

【図 7】従来例と本発明の実施例とにおける水晶基板を示す斜視図である。

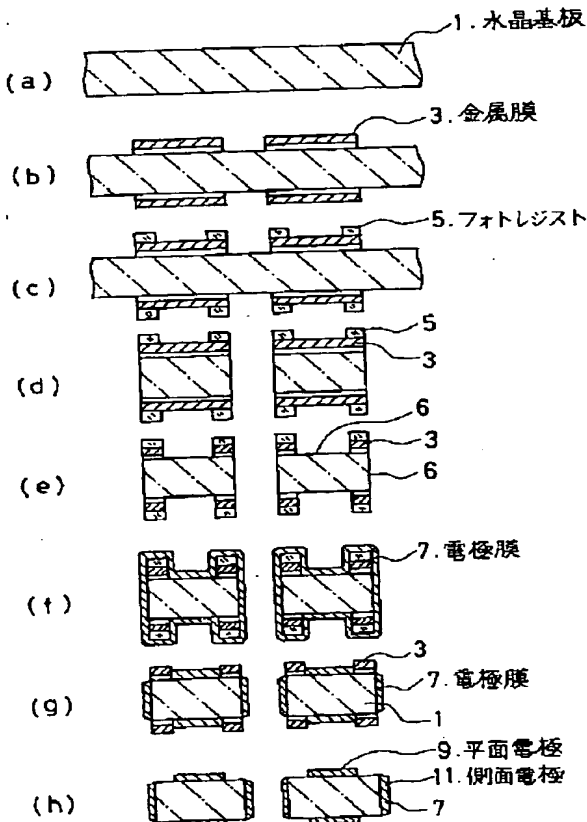
【図 8】従来例における音叉型水晶振動子の製造方法を示す断面図である。

【図 9】従来例における音叉型水晶振動子の製造方法を示す断面図である。

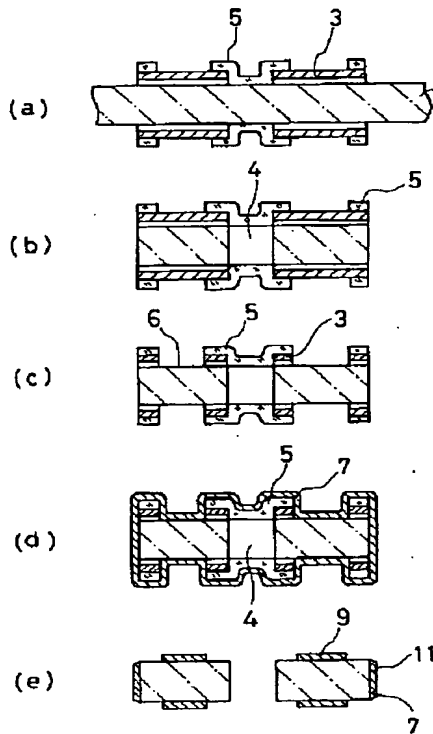
【符号の説明】

- 1 水晶基板
- 3 金属膜
- 4 空間
- 5 フォトリソグ
- 7 電極膜
- 9 平面電極
- 11 側面電極

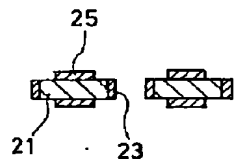
【図 1】



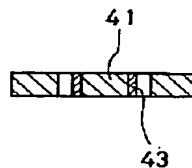
【図 2】



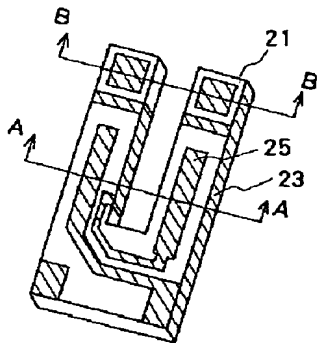
【図 4】



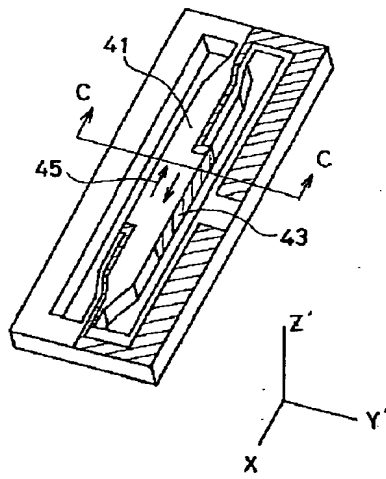
【図 6】



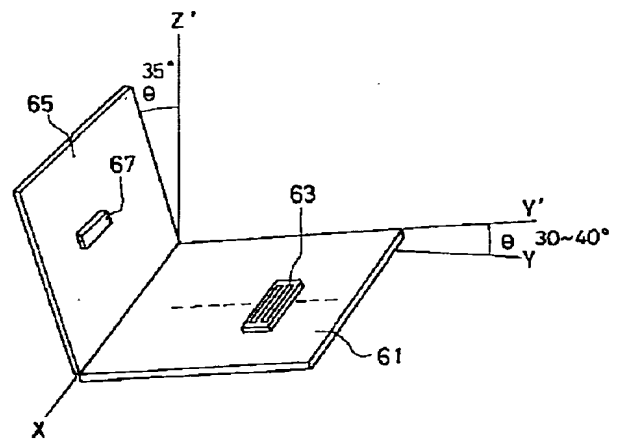
【図 3】



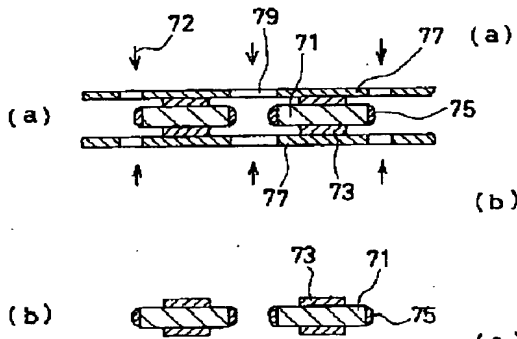
【図 5】



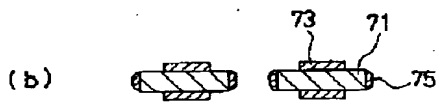
【図 7】



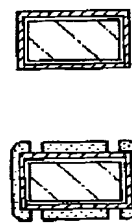
【図 8】



(b)



(c)



(d)



【図 9】

